

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-051225

(43)Date of publication of application : 18.02.1997

(51)Int.Cl.

H01Q 13/10

H01Q 1/32

H01Q 15/12

(21)Application number : 07-203192

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 09.08.1995

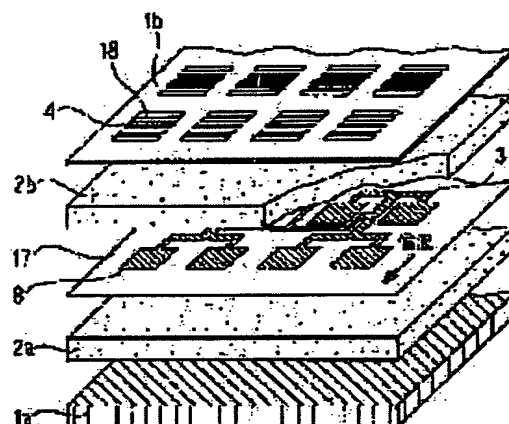
(72)Inventor : KITAO SHIRO  
YAMATO MASAO  
OMINE HIROYUKI  
HARUYAMA TETSUO  
AOKI HIROSHI

## (54) MILLIMETER WAVE BAND PLANE ANTENNA

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress a cross polarized wave component of the millimeter wave band plane antenna and to provide a small sized antenna with a high efficiency and a high function.

**SOLUTION:** A radiation element 8 and a feeder 3 are laminated to an upper side of a ground conductor layer 1 via a dielectric body 2a, and a radiation window 4 and a polarized wave grid 18 provided to a ground conductor 16 via a dielectric spacer 2b are formed to the upper side. The polarized wave grid is provided to the radiation window of the millimeter wave band plane antenna in the lengthwise direction perpendicular to a polarized wave of the radiation element to obtain the characteristics in which the cross polarized wave component is suppressed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-51225

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q 13/10			H 0 1 Q 13/10	
1/32			1/32	Z
15/12			15/12	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-203192  
(22) 出願日 平成7年(1995)8月9日

(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
(72) 発明者 北尾 史郎  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 大和 昌夫  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 大嶺 裕幸  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)  
最終頁に続く

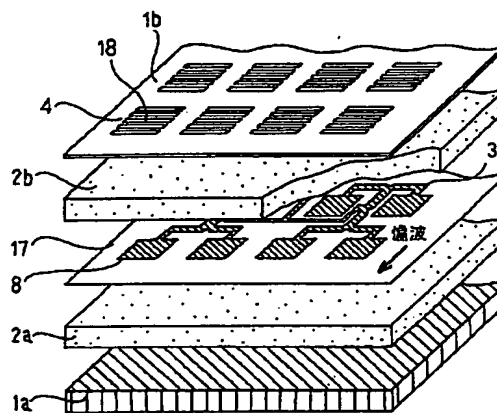
(54) 【発明の名称】 ミリ波帯平面アンテナ

(57) 【要約】

【目的】 ミリ波帯平面アンテナの交差偏波成分を抑制し、また、高効率、小型および高機能なアンテナを得る。

【構成】 地導体層1の上面に誘電体2aを介して放射素子8および給電線路3が積層され、その上部に誘電体スペーサ2bを介して地導体16に設けた放射窓4および偏波グリッド18が形成されたものである。

【効果】 ミリ波帯平面アンテナの放射窓に放射素子の偏波と垂直方向に長手方向へ偏波グリッドを設けることにより、交差偏波成分の抑制された特性が得られる効果がある。



- 1a: 第1の地導体板
- 1b: 第2の地導体板
- 2a: 第1の誘電体基板
- 2b: 第2の誘電体基板
- 3: 給電線路
- 4: 放射窓
- 8: 放射素子
- 17: フィルム基板
- 18: 偏波グリッド

【特許請求の範囲】

【請求項1】 平板状の第1の地導体、上記第1の地導体上に設けた第1の誘電体基板、上記第1の誘電体基板上に設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた第2の誘電体基板、上記第2の誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波に垂直な方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する第2の地導体とが積層されたことを特徴とするミリ波帯平面アンテナ。

【請求項2】 平板状の第1の地導体、上記第1の地導体上に設けた第1の誘電体基板、上記第1の誘電体基板上に設けた放射素子上に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた第2の誘電体基板、上記第2の誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波に垂直な方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する第2の地導体とが積層されたことを特徴とするミリ波帯平面アンテナ。

【請求項3】 第1のおよび第2の誘電体基板は、比誘電率が1.2から1.5であることを特徴とする請求項1または2記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項4】 平板状の第1の地導体、上記第1の地導体上に設けた第1の誘電体基板、上記第1の誘電体基板上に設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた第2の誘電体基板、上記第2の誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波に垂直方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する第2の地導体、上記放射窓上に設けた誘電体からなるレドームとが積層され、レドームの厚さを(半波長)/ $(\sqrt{\text{レドームの比誘電率}})$ のほぼ整数倍することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項5】 平板状の第1の地導体、上記第1の地導体上に設けた第1の誘電体基板、上記第1の誘電体基板上に設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた第2の誘電体基板、上記第2の誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波に垂直方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する第2の地導体とが積層された請求項1～4のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、上記放射窓上に設けた第3の誘電体基板、上記基板上に誘電体からなるレドームを積層し、上記第3の誘電体基板の厚さを半波長のほぼ整数倍とすることを特徴とするミリ波帯平面アンテナ。

【請求項6】 誘電体からなるレドームは、反りの外径方向をアンテナ前面に取り付けることを特徴とする請求項4または5に記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項7】 放射素子を複数個配列した請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、外形が多角形構造であることを特徴とするミリ波帯平面アンテナ。

【請求項8】 放射素子を複数個配列した請求項1～5

のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、アンテナを水平面に対して約45°傾けて使用することを特徴とするミリ波帯平面アンテナ。

【請求項9】 平板状の第1の地導体の周囲の上面に凹状の溝が形成され、上記溝の中にゴム状のシールド材質を設置し、レドームで押さえることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項10】 アンテナの給電回路を二分割し、コンパレータを背面に設置し、双方のアンテナを同相または逆相で励振し、アンテナの背面に機械駆動系を設けたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項11】 アンテナの給電系が多分割され、各々の給電系を切り換える移相器あるいはスイッチが装荷されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項12】 独立したアンテナの給電系にスイッチが装荷されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項13】 アンテナの給電系が $2n$  ( $n=1, 2, \dots$ ) 分割され、バトラマトリクス回路が装荷されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項14】 給電回路とモノリシックマイクロ波集積回路送受信機をアンテナ裏面に一体化することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナ。

【請求項15】 平板状の第1の地導体、上記第1の地導体上に設けた第1の誘電体基板、上記第1の誘電体基板上に設けた放射素子上に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた第2の誘電体基板、上記第2の誘電体基板上に設けた放射窓を有する第2の地導体とが積層されたことを特徴とするミリ波帯平面アンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は例えば自動車の前面に取付けられ、先行車との車間距離を測定するなどして車の安全制御に用いられるアンテナに関するものであり、さらには小型、薄型、軽量で高利得なミリ波帯平面アンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来よりミリ波帯平面アンテナとしては誘電体基板上にストリップ導体を配置したマイクロストリップアンテナが知られている。また、アレー化した際の給電線路の放射損、導体損による放射効率の低下を抑制するために放射窓を用いたトリプレート線路給電の平面アンテナが用いられてきた。例えば、図17は、太田、"60GHz帯トリプレート給電型パッチアンテナ

の放射特性”，電子情報通信学会秋季信学全大，No. B-114，1993. に示されたミリ波帯平面アンテナの構成を示す。図17において、1aおよび1bは地導体、2aおよび2bは誘電体基板、3は給電線路、8は放射素子、17はフィルム基板、4は放射窓である。

【0003】次に動作原理について説明する。トリプレート線路給電のミリ波帯マイクロストリップアンテナは地導体1a上に誘電体基板2aを介して放射素子3が形成されている。ここで、放射素子8と給電線路3が共平面上にケミカルエッチングによりプリントされる。また、放射素子8上に誘電体基板2bを介して放射窓4が積層される。放射窓4は放射素子8の上に構成されるように設計され、放射窓4の大きさは放射素子8よりも大きく設定するのが一般的である。放射窓4は放射素子8の上部にのみ構成されるため、給電線路3は上下が地導体で挟まれたトリプレート構造となる。これより給電線路3からの不要放射を抑制することができ、簡単な構造のミリ波帯平面アンテナが得られる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように、トリプレート構造で給電線路からの不要放射を抑え、簡単なミリ波帯平面アンテナが実現できるが以下のような問題点がある。ミリ波帯においては給電線路幅や地導体間の距離が波長に比較して大きくなるため、給電線路はTEMモード以外の高次モードが発生し、マイクロストリップ線路も高次モードが発生するため、それに伴うアンテナの交差偏波成分の劣化が問題となる。また、誘電体基板の比誘電率が大きいほど、誘電体損が大きくなるためにアンテナの利得が下がり、また、放射素子と地導体間での電磁界が集中するために、帯域が狭くなるという問題があった。また、比誘電率が1.1程度の発泡材は柔らかく、厚さのばらつきが大きく、均一な力の固定が難しいという問題点があった。また、ミリ波帯においてはレドームの厚さが波長に比べて無視できず、アンテナ特性におよぼす影響が大きいという問題があった。また、この種の多層構造のアンテナにおいては各層の押さえ方で特性が大きく変化するという問題があった。また、アンテナを45°傾けて使用する際、正交配列のアンテナに関しては対角が上下と左右に位置するため、アンテナの外寸が大きく、設置場所が制限されるという問題があった。また、45°偏波を構成する際に放射素子に45°の角度から給電を行うと、給電線路の構成が複雑となり、ミリ波帯になると給電回路のスペースがなくなるといった問題があった。また、アンテナ面にレドームを設置する際に簡単な構成で防水機能を持たせることが困難であった。

【0005】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、ミリ波帯で動作する平面アンテナの交差偏波成分を抑制し、また、高効率、小型および高機能なアンテナを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の実施例1においては、平板状の地導体、上記地導体上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波に垂直方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する地導体とが積層されたことを特徴とするものである。

【0007】この発明の実施例2においては、平板状の地導体、上記地導体上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた放射素子上に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波に垂直な方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する地導体とが積層されたことを特徴とするものである。

【0008】この発明の実施例3においては、請求項1または2記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、誘電体基板材料に比誘電率が1.2から1.5の誘電体を用いることを特徴とするものである。

【0009】この発明の実施例4においては、平板状の地導体、上記地導体上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波と垂直方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する地導体、上記放射窓上に設けた誘電体からなるレドームとが積層され、レドームの厚さを(半波長) / (√レドームの比誘電率) のほぼ整数倍することを特徴とするものである。

【0010】この発明の実施例5においては、平板状の地導体、上記地導体上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた上記放射素子の偏波と垂直方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を有する地導体とが積層された請求項1～4のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、上記放射窓上に設けた誘電体基板、上記基板上に誘電体からなるレドームとが積層され、上記誘電体基板の厚さを半波長のほぼ整数倍とすることを特徴とするものである。

【0011】この発明の実施例6においては、請求項4または5記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、その反りの外径方向をアンテナ前面に取り付けることを特徴とするものである。

【0012】この発明の実施例7においては、放射素子を複数個配列した請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、外形が多角形構造であることを特徴とするものである。

【0013】この発明の実施例8においては、放射素子を複数個配列した請求項1～5のいずれかに記載のミリ

波帯平面アンテナにおいて、アンテナを水平面に対して約45°傾けて使用することを特徴とするものである。

【0014】この発明の実施例9においては、請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、下部地導体の形状を凹部とし、同地板の周囲には溝が形成され、上記溝の中にゴム状のシールド材質を設置し、レドームで押さえることを特徴とするものである。

【0015】この発明の実施例10においては、請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、アンテナの給電回路を二分割し、コンパレータを背面に設置し、双方のアンテナを同相または逆相で励振し、アンテナの背面に機械駆動系を設けたことを特徴とするものである。

【0016】この発明の実施例11においては、請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、アンテナの給電系が多分割され、各々の給電系を切り換える移相器あるいはスイッチが装荷されたことを特徴とするものである。

【0017】この発明の実施例12においては、請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、独立したアンテナの給電系にスイッチが装荷されたことを特徴とするものである。

【0018】この発明の実施例13においては、請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、アンテナの給電系が2n分割され、バトラマトリクス回路が装荷されたことを特徴とするものである。

【0019】この発明の実施例14においては、請求項1～5のいずれかに記載のミリ波帯平面アンテナにおいて、給電回路とモノリシックマイクロ波集積回路送受信機をアンテナ裏面に一体化することを特徴とするものである。

【0020】この発明の実施例15においては、平板状の地導体、上記地導体上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた放射素子上に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設けた放射素子と給電回路、上記放射素子と給電回路上に設けた誘電体基板、上記誘電体基板上に設けた放射窓を有する地導体とが積層されたことを特徴とするものである。

【0021】

【作用】この発明の実施例1によれば、放射素子の偏波に垂直な方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を用いることで交差偏波が抑制される。

【0022】この発明の実施例2によれば、放射素子に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設け、放射素子の偏波に垂直な方向に複数のスリットを長手方向に設けた放射窓を用いることで放射効率が上昇し、低交差偏波特性が得られる。

【0023】この発明の実施例3によれば、誘電体基板に厚さのばらつきが少ない比誘電率が1.2から1.5の誘電体を用いることで、アンテナ面への密着が均一化

され、ばらつきの少ないアンテナの放射特性が得られる。

【0024】この発明の実施例4によれば、レドームの厚さを(半波長) / (√レドームの比誘電率)のほぼ整数倍とすることで反射が最小となり、アンテナの放射効率が上がる。

【0025】この発明の実施例5によれば、アンテナ面とレドームの距離を半波長のほぼ整数倍とすることで反射が最小となり、アンテナの放射効率が上がる。

【0026】この発明の実施例6によれば、レドームの反りの外径方向をアンテナ前面に取り付けることでアンテナ面を密着でき、アンテナ特性のばらつきを低減できる。

【0027】この発明の実施例7によれば、アンテナの外形を切り落とし、多角形とすることで、アンテナ最大径を小さくできる。

【0028】この発明の実施例8によれば、アンテナを水平面に対し約45°傾けて使用することで容易にアンテナの偏波を45°傾けることができる。

【0029】この発明の実施例9によれば、地導体周囲上面に設けた溝の中にゴム状のシールド材質を設置し、レドームで押さえることで気密性を保ち、防水性を高めることができる。

【0030】この発明の実施例10によれば、アンテナの給電回路を二分割し、スイッチを用いて双方のアンテナを同相または逆相で励振し、和または差の放射パターンを形成し、さらにアンテナを機械駆動系により動作させることで目標追尾可能なアンテナを構成できる。

【0031】この発明の実施例11によれば、アンテナの給電回路を多分割し、各々の給電系を切り換える移相器あるいはスイッチが装荷されたことでアンテナの指向性を変化させることができる。

【0032】この発明の実施例12によれば、独立したアンテナの給電系にスイッチが装荷されたことでアンテナを選択することができ、各々のアンテナを個別に動作させることができる。

【0033】この発明の実施例13によれば、アンテナの給電系を2n分割し、バトラマトリクス回路を装荷することでアンテナの指向性を容易に変化させることができる。

【0034】この発明の実施例14によれば、給電回路とモノリシックマイクロ波集積回路送受信機をアンテナ裏面に一体化することでアンテナ装置の小型化が達成できる。

【0035】この発明の実施例15によれば、放射素子に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設けることで低交差偏波特性が得られる。

【0036】

【実施例】

実施例1. 図1はこの発明の実施例1に係わるミリ波帯

平面アンテナを示す概略構成図である。図1においては、地導体1aの表面に第1の誘電体基板2aを介して放射素子8および給電線路3が積層され、その上部に第2の誘電体基板2bを介して地導体1bに設けた放射窓4および偏波グリッド18が形成される。第1および第2の誘電体基板2aおよび2bは厚さが約10分の1波長程度の低誘電率発泡シートからなる。また、放射素子8および給電線路3はフィルム基板上にケミカルエッチングにより得られる。放射窓4は薄い金属プレートのエッチングして形成される。ここで、放射窓4には偏波グリッド18が放射素子8の偏波方向と垂直方向に設けられている。

【0037】次に動作について説明する。地導体上に誘電体基板を介して放射素子および給電線路を積層し、さらに誘電体基板を介して放射窓を積層することにより給電線路はトリプレート構造となり、給電線路からアンテナ外部への不要放射が抑制される。また、放射窓に偏波グリッドを放射素子の偏波方向と垂直に長手方向に設けることで、アンテナの正偏波以外の成分は放射窓が金属壁と等価と考えられ、正偏波成分以外は全て偏波グリッドに反射してアンテナ外部へ放射されない仕組みとなる。このため、アンテナの交差偏波成分が抑制される。

【0038】図2(a)および図2(b)は偏波グリッドによるアンテナの交差偏波抑制の効果を示す図である。図2(a)は放射窓に偏波グリッドを設けた場合の240素子アレーの交差偏波特性を示している。図2(b)は放射窓に偏波グリッドを設けない場合の240素子アレーの交差偏波特性を示している。放射窓に偏波グリッドを設けた場合の交差偏波の最悪値は-28dBであり、放射窓に偏波グリッドを設けない場合の交差偏波の最悪値は-18dBである。これらの測定結果より、放射窓に偏波グリッドを設けることによる交差偏波成分の抑制効果は明らかである。ここでは、各素子を同振幅・同位相で例振する例を示したが、各素子の位相を変えてビームをチルトさせた場合、あるいは振幅を変えて低サイドロープ化を図った場合もこの発明は有効である。また、方形マイクロストリップアンテナの例を示したが、円形マイクロストリップアンテナ等、他の形状でもよい。放射窓も円形等他の形状にしてもよく、マイクロストリップアンテナや放射窓の形状にはこの発明は依存しない。

【0039】実施例2。図3はこの発明の実施例2に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。図3においては、放射素子8に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリット16を設ける。さらに、放射素子8上に誘電体基板を介して偏波グリッド18を設けた放射窓4を有する地導体板16が積層されている。

【0040】次に動作原理について説明する。放射窓にグリッドを設けると交差偏波は抑制される。しかし、放射窓にて完全反射した成分は給電線路間での多重反射あ

るいはアンテナ内部における伝搬等により特性が劣化する。そこで、放射素子にグリッドを設けることで放射素子自信の交差偏波を抑制することができる。このため、放射素子の上に偏波グリッドを設けた放射窓を積層することで放射窓にて完全反射する成分が減少し、放射効率が上がる。

【0041】実施例3。図4はこの発明の実施例3に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。図4においては、地導体1aの表面に第1の誘電体基板2aを介して放射素子8および給電線路3が積層され、その上部に第2の誘電体基板2bを介して地導体1bに設けた放射窓4が形成され、第1および第2の誘電体基板2aおよび2bは比誘電率が1.2~1.5を特徴とするものである。上記放射窓に偏波グリッド18を設けてもこの発明が有効であることは明らかである。

【0042】次に動作原理について説明する。ミリ波帯で誘電体基板をスペーサに用いるとき、誘電体の厚さのばらつきがアンテナ特性に与える影響が大きいことが考えられる。比誘電率が1.1程度の低誘電率の発泡材では厚さのばらつきが大きい。そこで、比誘電率1.2~1.5のものを用いることで厚さのばらつきの少ないスペーサが実現でき、安定したアンテナの放射特性が得られる。

【0043】実施例4。図5はこの発明の実施例4に係わるレドームを説明するための図である。最適な厚さは $d = n\lambda / 2\sqrt{\epsilon_r}$  ( $n = 1, 2, \dots$ ) 式で表される。ここで、 $\epsilon_r$ はレドームの比誘電率を示す。また、レドーム材料は誘電体を用いてもよい。

【0044】次に動作原理について説明する。ミリ波帯では、レドーム厚は波長に比べて無視できるほど小さいため、アンテナ特性に及ぼす影響は大きい。そこで、レドーム7は厚さを考慮して設計する必要がある。基本的に反射波が同相で再放射されるよう設計される。すなわち、最適な厚さは平面波の異なる誘電率を持つ層への反射波の考え方から、 $d = n\lambda / 2\sqrt{\epsilon_r}$  ( $n = 1, 2, \dots$ ) 式で表される。

【0045】実施例5。図6はこの発明の実施例5に係わる発明を説明するための図である。図6においては、地導体1aの表面に第1の誘電体2aを介して放射素子8および給電線路3が積層され、放射素子8および給電線路3上に第2の誘電体2bを介して放射窓4が形成されるミリ波帯平面アンテナの上に厚さがほぼ半波長の整数倍の発泡基板材料からなる誘電体基板5を介してレドーム7が積層されたものである。

【0046】次に動作原理について説明する。レドーム厚を半波長のほぼ整数倍とすることで、平面波の反射は抑えられる。しかし、レドームがアンテナ近傍にある場合、平面波とはならず、レドームでの反射が生じる。そこで、アンテナ面、すなわち放射窓4とレドーム7の距離を約半波長とすることでレドーム面での反射波がすべ

て同相で再放射されるようにすることができる。これにより、アンテナ面を出たパワーがすべて放射され、高効率なアンテナが実現できる。実施例においては、アンテナ面とレドーム間には厚さが約半波長の低誘電率発泡材からなる誘電体基板5を用いている。さらに、この誘電体基板を介してアンテナ面をレドームで押さえることで、アンテナ面を均一な力で押さえることができる。

【0047】実施例6. 図7はこの発明の実施例6に係わるレドームのアンテナ面への抑え方を説明するための図である。実施例6によるミリ波帯平面アンテナにおいては、レドーム7の反りの外径方向をアンテナ前面に向けて装着している。

【0048】次に動作原理について説明する。レドームをアンテナ面へ装着する場合、放射素子、発泡基板材料を積層してアンテナを構成しているため、ミリ波帯では各々ばらつき、厚さの変化により、アンテナ特性が変化する。そこで、各層を密着させることがばらつきを低減するために必要である。仮にレドームで周囲だけを押さえてもアンテナの中心部は押さえることができない。この結果、各層が浮いてしまうことになる。レドーム7に反りの構造を持たせ、その外径方向をアンテナの前面方向に取り付けることでアンテナ面を密着できる。これは、レドームの中心部でアンテナ面へ力を加えることが可能なためアンテナを構成する誘電体基板、放射素子、放射窓を密着でき、ばらつきの少ない放射特性を得ることが可能である。

【0049】実施例7. 図8はこの発明の実施例7に係わるアンテナ形状を説明するための図である。図8においては、放射素子8は正方配列にてアレー化を行っている。正方配列でアレー化を行った場合、アンテナ形状は必然的に正方となるが、ここでは、アンテナ外形の四隅を切り落とし、八角形のアンテナ形状となっている。ここに、各放射素子の入力インピーダンスが変わらないよう設計している。

【0050】次に動作原理について説明する。アンテナ外形を多角形とすることでアンテナの最大径が小さくなり、設置する際のスペースが小さくなる。例えば、 $32 \times 32$ 素子アレーの四隅の素子、計48素子を切り落とした場合、最大径の比で約12%の小型化に対し、わずか0.17dB(2%)の利得低下にしかならない。よって、アンテナの小型化の手法としては極めて有効である。

【0051】実施例8. 図9はこの発明の実施例8に係わるアンテナの設置の向きを示す図である。通常、 $45^\circ$ 偏波を得るには素子を $45^\circ$ 傾けて給電しなければならず、これを共平面で配線を行うのはスペース的に困難である。図9においてはアンテナをアンテナ面を地面に対し約 $45^\circ$ 傾けて、 $45^\circ$ 偏波のアンテナを実現できる。これにより、特に多素子アレーにおいては給電線路配置の問題を回避できる。

【0052】実施例9. 図10はこの発明の実施例9に係わるアンテナの防水対策を説明するための図である。アンテナは地導体1a内側に誘電体基板2a、フィルム基板17、誘電体基板2b、放射窓4および誘電体基板5が収まるようにその深さが設計されている。また、この地導体1aの周囲上面には凹上の溝が形成され、この溝の中にゴム状シールド材質6を設置し、その上からレドーム7で押さえ、地導体1aを固定している。

【0053】次に動作原理について説明する。ゴム状シールド材質6を地導体の周囲に設置し、図10に示すごとくレドーム7を装着し、レドーム7の上からゴム状シールド材質6の外側よりネジ9で地導体1を固定することでアンテナ内部の気密を保ち、防水性を高めることが可能となる。また、接着剤等を用いずに上に重ねていくだけでアンテナが構成できるので、一連の組み立て作業が容易になる。

【0054】実施例10. 図11(a)および(b)はこの発明の実施例10に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。図11(a)においてはアンテナ10の給電系はAとBに2分割されており、AとBのアンテナはコンパレータにてA+Bの信号とA-Bの信号に合成される。ここで、AとBのアンテナは同じ諸元で構成されている。また、図11(b)においてはアンテナを上から見た図を示しており、機械駆動系12にてアンテナ10を左右に動かす仕組みとなっている。

【0055】次に動作原理について説明する。コンパレータにてA+Bの信号とA-Bの信号を合成すると和のパターンと差のパターンが得られる。これらのパターンを交互に切り替えることで目標移動の検知が可能となり、さらに、このアンテナを機械駆動系12を用いて左右に振動させることで目標追尾の機能を持たせることが可能となる。

【0056】実施例11. 図12はこの発明の実施例11に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。アンテナ10の給電系はn分割されており、それぞれが独立したアンテナとなっている。またアンテナの給電系に位相を切り換える移相器あるいはスイッチ13が装荷され、給電回路を移相器あるいはスイッチを用いて切り換える仕組みとなっている。

【0057】次に動作原理について説明する。アンテナ10の各アンテナ部分はそれぞれ独立しており、移相器あるいはスイッチでこれらのアンテナに位相差を設けて給電することで、簡単にアンテナのビーム方向を制御することができる。よって、機械駆動なしに高速にビームが走査でき、目標を追尾できる。

【0058】実施例12. 図13はこの発明の実施例12に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。アンテナ10の給電系はn分割されており、それぞれが独立したアンテナとなっている。またアンテナの給電系にスイッチ回路20が装荷され、給電回路をスイッ



チを用いて切り換える仕組みとなっている。

【0059】次に動作原理について説明する。アンテナ10の各アンテナ部分はそれぞれ独立しており、これらのアンテナをスイッチを切り換えることで、アンテナを選択できる。例えば、各々の独立したアンテナはそれぞれ異なる指向性を持たせておき、これらのアンテナをスイッチで切り換えて用いることでビームの指向性を変化させることができるため、安価なアンテナの構成が可能となる。

【0060】実施例13。図14はこの発明の実施例13に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。アンテナ10の給電系は $2n$  ( $n=1, 2, \dots$ ) 分割されており、それぞれの給電系はバトラーマトリクス回路に接続されている。また、出力ポートは $2n$ 個設けてある。

【0061】次に動作原理について説明する。アンテナ10の各アンテナの給電回路それぞれ独立しており、これらの $2n$ 個の給電回路をバトラーマトリクス回路に接続することで、各給電回路に位相差を設けることができ、アンテナの指向性を変化させ、マルチビームの形成が可能となる。

【0062】実施例14。図15はこの発明の実施例14に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。アンテナの給電回路とモノリシックマイクロ波集積回路(MMIC)送受信機14をアンテナ裏面において一体化している。

【0063】次に、動作原理を説明する。図15に示すように、アンテナの給電線路3の最終端は導波管変換器15によりアンテナの地導体1の裏面に設けたMMIC送受信機14と一体化される。これにより、給電系の損失は導波管変換部15と給電線路3のみとなるため、効率が上がる。また、送受信機のMMIC化により、アンテナ系の小型化が可能となる。

【0064】実施例15。図16はこの発明の実施例15に係わるミリ波帯平面アンテナを示す概略構成図である。図16においては、放射素子8に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリット16を設ける。さらに、放射素子8上に誘電体基板を介して放射窓4を有する地導体板16が積層されている。

【0065】次に動作原理について説明する。放射素子に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設けることで正偏波成分以外の偏波の発生が抑制され、放射素子自体の交差偏波の発生を抑制することができ、放射効率が上がる。

【0066】

【発明の効果】この発明の実施例1によれば、トリプレート線路給電のマイクロストリップアンテナの放射窓に放射素子の偏波と垂直方向に長手方向へ偏波グリッドを設けたアンテナを提供しており、交差偏波成分の抑制に効果がある。

【0067】この発明の実施例2によれば、ミリ波帯平面アンテナにおいて放射素子に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設け、さらに、放射窓の偏波と垂直方向に長手方向へ偏波グリッドを設けることで交差偏波成分を抑制するとともに、放射効率を高める効果がある。

【0068】この発明の実施例3によれば、誘電体基板に比誘電率が1.2から1.5の誘電体を用いることで、厚さのばらつきが減少し、アンテナ特性のばらつきが少なくなる効果がある。

【0069】この発明の実施例4によれば、レドームの厚さを(半波長) / ( $\sqrt{\text{レドームの比誘電率}}$ )のほぼ整数倍とすることでレドーム面からの反射が最小となり、アンテナの放射効率向上に効果がある。

【0070】この発明の実施例5によれば、放射窓とレドームの距離を半波長のほぼ整数倍とすることで、レドームにおける反射波がすべて同相で再放射され、高効率なアンテナが実現できる効果がある。

【0071】この発明の実施例6によれば、レドームの反りの外径方向をアンテナ正面方向に取り付けることでアンテナ面を密着することで、アンテナ特性のばらつきを低減させる効果がある。

【0072】この発明の実施例7によれば、アンテナの外形を多角形とすることで、アンテナ利得を低下させずにアンテナを小型化できる効果がある。

【0073】この発明の実施例8によれば、アンテナを水平面に対し約 $45^\circ$ 傾けて使用することでアンテナの偏波を $45^\circ$ 傾け、簡単な給電回路で偏波を $45^\circ$ 傾ける効果がある。

【0074】この発明の実施例9によれば、地導体に設けた溝の中にゴム状のシールド材質を設置し、レドームで押さえることでアンテナ内部の気密性を保ち、防水性を高める効果がある。

【0075】この発明の実施例10によれば、アンテナの給電回路を二分割し、コンパレータを用いて双方のアンテナを同相または逆相で励振し、和または差の放射パターンを形成し、さらにアンテナを機械駆動系により動作させることで簡単な構成で目標を追尾できる効果がある。

【0076】この発明の実施例11によれば、多分割されたアンテナの給電回路に移相器あるいはスイッチを接続し、各給電回路に至る位相を制御することでアンテナの放射指向性を容易に変化できる効果がある。

【0077】この発明の実施例12によれば、独立したアンテナにスイッチを接続し、各アンテナを選択するようにすることで、アンテナの切り換えが容易にできる効果がある。

【0078】この発明の実施例13によれば、 $2n$ 分割されたアンテナの給電回路にバトラーマトリクス回路を接続し、各給電回路に至る位相を制御することでアンテナ

ナの放射指向性を容易に変化できる効果がある。

【0079】この発明の実施例14によれば、MMIC送受信機をアンテナ裏面において一体化することで、低損失で、小型なアンテナ装置が得られる。アンテナ系を小型化できる効果がある。

【0080】この発明の実施例15によれば、ミリ波帯平面アンテナにおいて放射素子に偏波方向と等しい方向に単数もしくは複数のスリットを設け、さらに放射窓を設けることで交差偏波成分を抑制するとともに、放射効率を高める効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1を示すミリ波帯平面アンテナの概略構成図である。

【図2】 この発明の実施例1に係わる測定値を示す図である。

【図3】 この発明の実施例2を示すミリ波帯平面アンテナの概略構成図である。

【図4】 この発明の実施例3を示すミリ波帯平面アンテナの概略構成図である。

【図5】 この発明の実施例4を示すミリ波帯平面アンテナの概略構成図である。

【図6】 この発明の実施例5を示すミリ波帯平面アンテナの概略断面図である。

【図7】 この発明の実施例6を示すレドームの抑え方を示すミリ波帯平面アンテナの概略断面図である。

【図8】 この発明の実施例7を示すミリ波帯平面アンテナの概略図である。

【図9】 この発明の実施例8を示すミリ波帯平面アンテナの設置概念図である。

テナの設置概念図である。

【図10】 この発明の実施例9を示すミリ波帯平面アンテナの概略断面図である。

【図11】 この発明の実施例10を示すミリ波帯平面アンテナの概略図である。

【図12】 この発明の実施例11を示すミリ波帯平面アンテナの概略図である。

【図13】 この発明の実施例12を示すミリ波帯平面アンテナの概略図である。

【図14】 この発明の実施例13を示すミリ波帯平面アンテナの概略図である。

【図15】 この発明の実施例14を示すミリ波帯平面アンテナの概略図である。

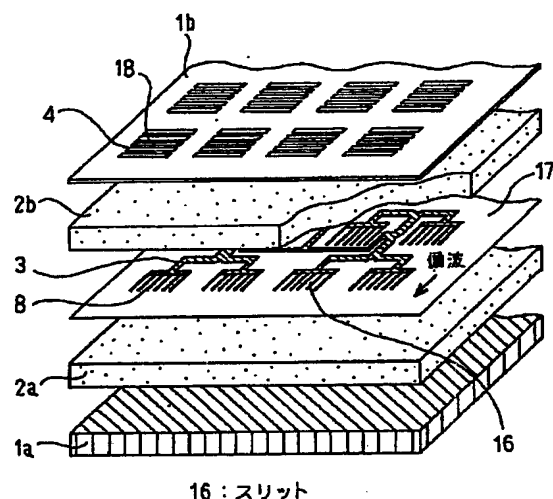
【図16】 この発明の実施例16を示すミリ波帯平面アンテナの概略構成図である。

【図17】 従来のミリ波帯平面アンテナを説明する概略構成図である。

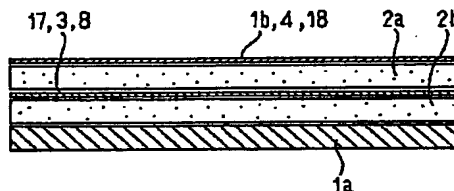
#### 【符号の説明】

1a 第1の地導体板、1b 第2の地導体板、2a 第1の誘電体基板、2b 第2の誘電体基板、3 給電線路、4 放射窓、5 第3の誘電体基板、6 ゴム状シールド材質、7 レドーム、8 放射素子、9 ネジ、10 アンテナ、11 コンパレータ、12 機械駆動系、13 移相器あるいはスイッチ、14 MMIC送受信器、15 導波管変換器、16 スリット、17 フィルム基板、18 偏波グリッド、19 凹状の溝、20 スイッチ回路、21 バトラーマトリクス回路。

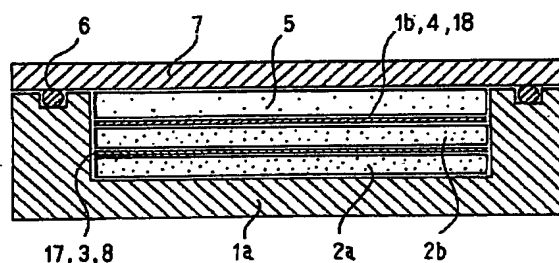
【図3】



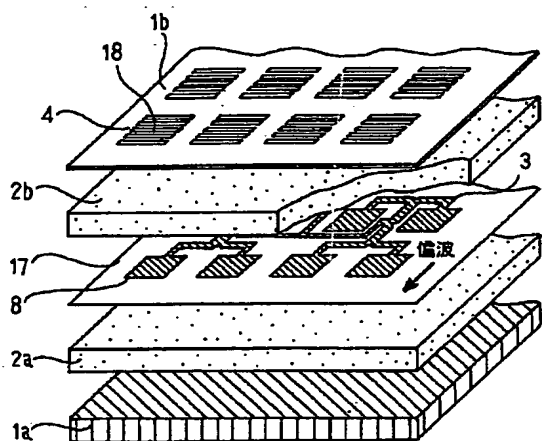
【図4】



【図6】

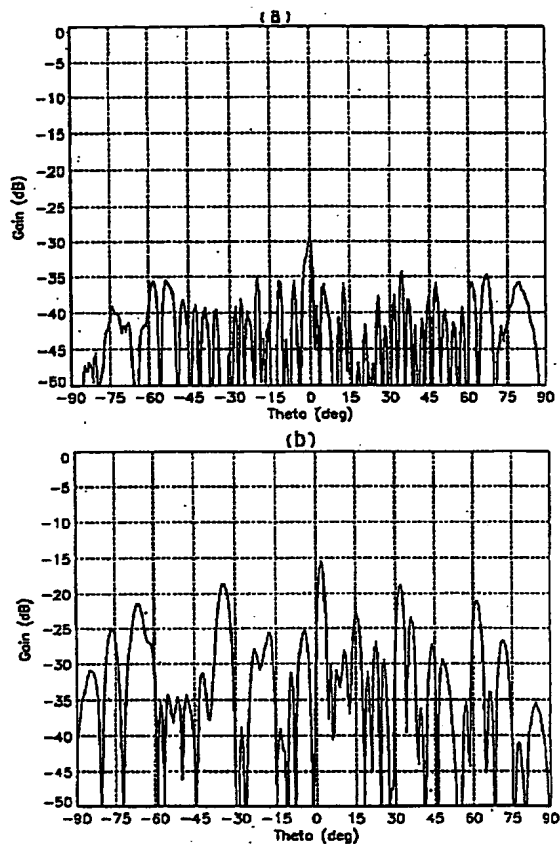


【図1】

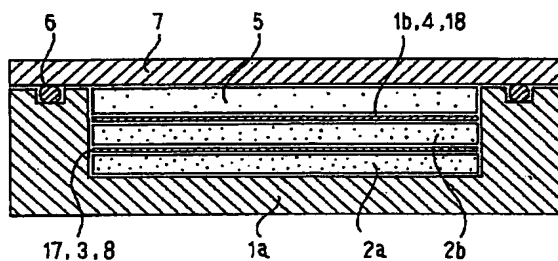


- 1a: 第1の地導体板
- 1b: 第2の地導体板
- 2a: 第1の誘電体基板
- 2b: 第2の誘電体基板
- 3: 給電線路
- 4: 放射窓
- 8: 放射素子
- 17: フィルム基板
- 18: 偏波グリッド

【図2】

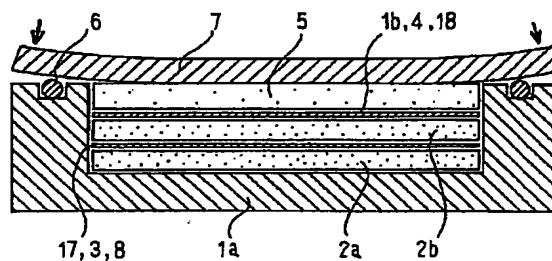


【図5】

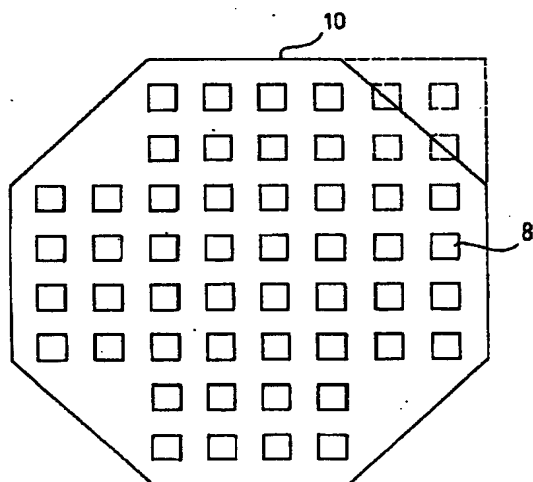


- 5: 第3の誘電体
- 6: ゴム状シールド材
- 7: レドーム

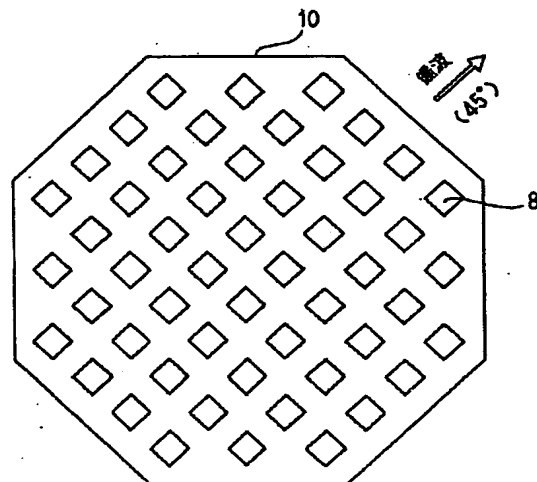
【図7】



【図8】

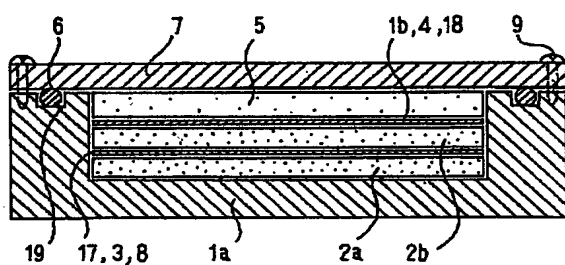


【図9】



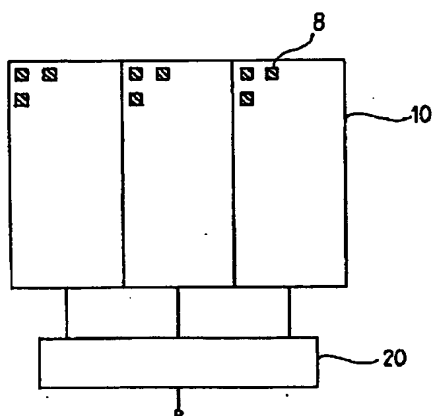
【図10】

【図11】

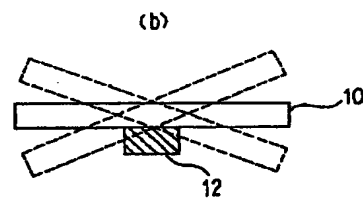
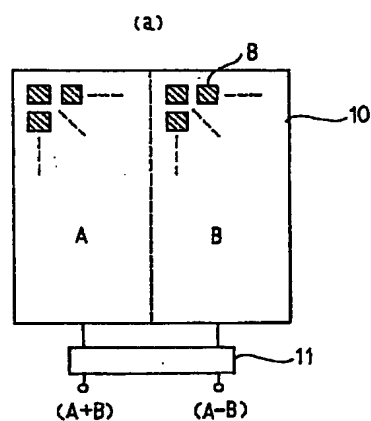


9: ネジ  
19: 凹状の溝

【図13】



20: スイッチ回路



10: アンテナ  
11: コンパレータ  
12: 機械駆動系



フロントページの続き

(72)発明者 春山 鉄男

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 青木 浩

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内